

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-201702

(43) 公開日 平成7年(1995)8月4日

(51) Int.Cl. ⁴	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 B 27/32	F			
G 0 3 F 7/20	5 2 1			
		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	5 1 6 A
		7352-4M		5 1 5 B
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 8 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平5-337539

(22) 出願日 平成5年(1993)12月28日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 渡辺 和也

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 有賀 隆

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 堀井 寛飛

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 高橋 敬四郎

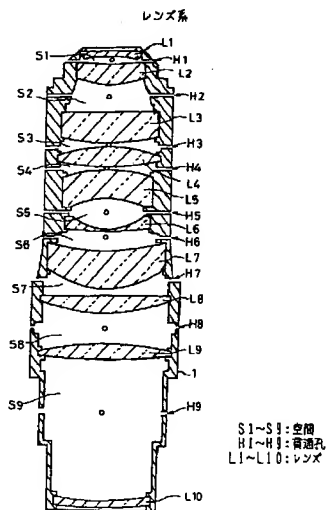
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光方法及び露光装置

(57) 【要約】

【目的】 長期間使用しても性能の劣化が少ない露光方法および露光装置を提供することである。

【構成】 光源から発した光をレンズを含む光路上を通過させ、レチクルを通して、露光対象物上に露光する露光方法であって、光路上に存在するレンズの少なくとも1つの面を非酸化性雰囲気と接触させつつ露光を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源から発した光をレンズを含む光路上を通過させ、レチクルを通して、露光対象物上に露光する露光方法であって、

光路上に存在するレンズの少なくとも1つの面を非酸化性雰囲気と接触させつつ露光を行う露光方法。露光方法。

【請求項2】 前記非酸化性雰囲気が窒素ガスを主成分とする請求項1記載の露光方法。

【請求項3】 前記非酸化性雰囲気がV I I I族元素ガスを主成分とする請求項1記載の露光方法。

【請求項4】 前記非酸化性雰囲気が水素ガスを主成分とする請求項1記載の露光方法。

【請求項5】 光源から発した光をレンズを含む光路上を通過させ、マスクを通して、露光対象物上に露光する露光方法であって、

光路上に存在するレンズの少なくとも1つの面を減圧雰囲気と接触させつつ露光を行う露光方法。

【請求項6】 光源から発した光を集光して所定面上に照射するための複数のレンズを含む第1のレンズ群と、前記第1のレンズ群を取り囲んで保持する第1の鏡筒と、

前記所定面上に配置されるレチクルを透過した光を対象物上に結像させるための複数のレンズを含む第2のレンズ群と前記第2のレンズ群を取り囲んで保持する第2の鏡筒と、

前記第1もしくは第2のレンズ群のうち少なくとも1対の隣接するレンズ間と前記第1もしくは第2鏡筒によって封入された非酸化性ガスとを有する露光装置。

【請求項7】 さらに、前記第2の鏡筒内に保持され、前記第2のレンズ群を挟む位置に配置された1対のベリクルと、

前記第2の鏡筒内で前記ベリクルの各々と前記第2のレンズ群に挟まれた空間に封入された非酸化性ガスとを有する請求項6記載の露光装置。

【請求項8】 光源から発した光を集光して所定面上に照射するための複数のレンズを含む第1のレンズ群と、前記第1のレンズ群を取り囲んで保持する第1の鏡筒と、

前記所定面上に配置されるレチクルを透過した光を対象物上に結像させるための複数のレンズを含む第2のレンズ群と前記第2のレンズ群を取り囲んで保持する第2の鏡筒と、

前記第1もしくは第2のレンズ群のうち少なくとも1対の隣接するレンズ間に非酸化性ガスを流すための前記第1もしくは第2の鏡筒に形成された少なくとも2つのガス通過孔とを有する露光装置。

【請求項9】 さらに、前記第2の鏡筒内に保持され、前記第2のレンズ群を挟む位置に配置された1対のベリクルと、

前記第2の鏡筒内で前記ベリクルの各々と前記第2のレンズ群に挟まれた空間に非酸化性ガスを流すための前記第2の鏡筒に形成された少なくとも2つのガス通過孔とを有する請求項8記載の露光装置。

【請求項10】 光軸上に配列された複数のレンズと、前記複数のレンズを周囲から保持する鏡筒と、前記複数のレンズの各隣接対間で、前記鏡筒の外部と内部を連絡する複数の通過孔とを有する露光用レンズ系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は半導体装置の製造等に用いられる露光技術に関し、特に縮小露光系を含むステッパ露光装置を用いた露光技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 ステッパ露光装置は、レチクルないしマスク（本明細書ではまとめてレチクルと呼ぶ）上のパターンを1/10ないし1/5に縮小して半導体ウエハ上のホトレジスト膜等の露光対象物上に結像させる。

【0003】 半導体装置の高集積化、小型化に伴い、ステッパ露光装置の露光波長は水銀ランプのg線からi線へと短波長化し、さらにはエキシマレーザのKrFレーザ光、ArFレーザ光へと短波長化を進めている。

【0004】 これらの露光に用いられる紫外線は、光子エネルギーが高く、照射されたホトレジスト等の感光体に化学変化を生じさせる。ところで、これらの紫外線が感光体以外には影響を与えないという保証はない。

【0005】 ステッパ露光装置を長期間使用すると、使用とともに露光面での照度が落ちたり、散乱光が生じるようになる。これらの障害は使用を継続することによって初めて確認される。

【0006】 図7（A）、7（B）は、従来技術によるステッパ露光系を示す。図7（A）は新品状態のステッパを示し、図7（B）は長期使用済のステッパを示す。図7（A）においては、照明系の鏡筒11内に、紫外線を発光するランプ20と、ランプ20から発した光をレチクル13上に照射するためのコンデンサレンズ12とが配置されている。ランプ20から発し、コンデンサレンズ12で集光された光はレチクル13を照射する。

【0007】 レチクル13の開口部を通過し、投影系統鏡筒14内を通過し、縮小レンズ群15によって集束され、半導体ウエハ16上に塗布されたホトレジスト膜を露光する。なお、半導体ウエハ16は、ベース18上に固定されたXYステージ17に載置されている。

【0008】 このようなステッパを長期間使用すると、図7（B）に示すように、照明系のコンデンサレンズ群12や投影系縮小レンズ群15のレンズ表面にくもり30が堆積する。くもり30が、透過する光を遮蔽、散乱させ、全光学系の性能を劣化させるようになると、このステッパの性能が全体として低下してしまう。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】出願人が10年程使用し続けたg線ステップ露光装置の縮小レンズ系にくもりが発生しており、極端な透過率の減少（従って露光面での照度低下）が生じていることが判明した。このようなレンズ系の劣化が生じると、露光性能が低下し、このレンズ系を使用し続けることは困難である。

【0010】本発明の目的は、長期間使用しても性能の劣化が少ない露光方法および露光装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の露光方法は、光源から発した光をレンズを含む光路上を通過させ、マスクを通して、露光対象物上に露光する露光方法であって、光路上に存在するレンズの少なくとも1つの面を非酸化性雰囲気と接触させつつ露光を行う。

【0012】

【作用】レンズの少なくとも1つの面を非酸化性雰囲気と接触させつつ露光を行うため、紫外線が透過しても雰囲気によってレンズが劣化することが少ない。

【0013】

【実施例】本発明者らは、性能の劣化した露光レンズをX線光電子分光装置によって分析し、C、S、Sn、Mg、Si等の酸化物がレンズ表面上に堆積していることを発見した。未使用の同一レンズ系を分析したところ、Siの酸化物以外にはこのような酸化物は発見できなかった。従って、これらの酸化物は、雰囲気中の成分やレンズアセンブリからのアウトガス成分が酸化したと判断することができる。また、これらの元素の窒化物は発見されなかった。

【0014】酸化反応を防止することができれば、露光光学系の劣化を防止することができると考えられる。酸化物の堆積を防止するためには、レンズ表面を非酸化性ガスで覆うか、レンズを包む雰囲気ガスから酸素を除去すればよい。

【0015】非酸化性ガスとしては、たとえば窒素ガス、アルゴン、ヘリウム等の不活性ガス、水素等の還元性ガスなどがあり、酸素の減少した雰囲気としては、上述の他減圧雰囲気などがある。これらのうち、水素等の還元性ガスは、引火などの危険性を有する。また、減圧雰囲気は装置の機械的安定性に関して新たな問題を生じさせる。窒素ガス、不活性ガスは、これらの問題を有さない。

【0016】さらに、現在用いられているレンズ系の設計を変更しない点からは、空気分子量（29）にほぼ等しい分子量（28）を有する窒素ガスがレンズの光学的性能をほとんど変更しない点から好ましい。

【0017】不活性ガスは、化学反応の可能性が極めて少ない点で窒素ガスより優れているが、本発明者らがレンズ上の堆積物を分析した結果、窒化物の生成は発見できなかったことから、窒素を用いても不活性ガスを用い

た時と同等の安定性が得られるものと考えられる。

【0018】ところで、高分解能のレンズ系は、調整を受けながらアセンブリされる。アセンブリされた後のレンズ系は、レンズ間に空気を収容している。レンズ間に収容された空気をアセンブリ後に他のガスに完全に置換することは困難である。

【0019】図1は、レンズ間の雰囲気ガスを容易に置換することのできる構成を有するレンズ系を示す。レンズL1～L10は、全体として高分解能の縮小レンズ系を構成し、鏡筒1に保持されている。10枚のレンズL1～L10の間には、それぞれ空間S1～S9が形成されている。

【0020】本構成においては、各隣接レンズ対の間の空間S1～S9と、外部とを連絡するための貫通孔H1～H9が鏡筒1に形成されている。各レンズ対の間の空間Sにおいて、貫通孔Hはほぼ90度間隔で4つ形成されている。これらの貫通孔Hをガス置換用の給気、排気用として用いることにより、各隣接レンズ対間の空間Sを所望の雰囲気と置換することができる。

【0021】なお、貫通孔の数は4つに限らない、少なくとも1つの貫通孔があれば内部の雰囲気ガスを置換することが可能である。但し、効率よく置換を行なうには複数個の貫通孔があることが好ましい。

【0022】図2(A)～2(C)は、レンズ間の各空間Sの雰囲気ガスを置換する態様を示す。図2(A)は、貫通孔Ha～Hdにそれぞれ配管Pa～Pdが接続され、2つの配管Pa、Pbを給気用として用い、残りの2つの配管Pc、Pdを排気用の配管として用いている。露光光学系を使用する際には、配管Pa、Pbから窒素ガスなどの所望のガスを供給し、配管Pc、Pdから雰囲気ガスを排気することによって、レンズ間の空間Sを所望の雰囲気ガスに置換することができる。

【0023】図2(A)の構成によれば、各貫通孔に配管が接続される。10枚レンズのレンズ群の場合、レンズ間の空間にそれぞれ4つの貫通孔を設けると、貫通孔の数は全体で36となる。従って配管の数も36となる。

【0024】図2(B)は、配管を簡化することのできる他の構成を示す。図において、鏡筒1の右側部分、左側部分はそれぞれ外套2a、2bによって覆われ鏡筒との間にガス通路を形成している。鏡筒1に形成された貫通孔Ha、Hbは外套2aの固定する空間と連絡し、貫通孔Hc、Hdは外套2bの固定する空間と連絡している。外套2a、2bは、レンズ間の空間S1～S9に共通の構成でよい。

【0025】外套2aには配管Pinが接続され、外套2bには配管Poutが接続されている。配管Pinから所望のガスを供給し、配管Poutから排気すると、鏡筒内の空間S内の雰囲気ガスを所望の雰囲気と置換することができる。この構成によれば、配管の数は2となる。

【0026】図2 (C) は、配管を簡単化できる他の構成を示す。鏡筒1は、1つの外套2によって囲まれている。外套2に配管PinとPoutが接続されている点は、図2 (B) の場合と同様である。鏡筒1内の空間Sは、貫通孔Ha~Hdで外套2内の空間と連絡されているため、配管Pinから所望の雰囲気ガスを供給し、配管Poutから排気することにより、鏡筒内の空間Sの所望の雰囲気に置換することができる。この場合、配管Pinから供給した雰囲気ガスが、鏡筒1内の空間Sに流れず、外套2と鏡筒1間の空間を通過して排気側配管Poutに流れてしまう可能性がある。この可能性を減少させるためには、外套2内にバッフルBを設け、給気側Pinから排気側Poutに流れるガスを制限することが好ましい。

【0027】レンズ系に意図しない力が作用することを防止するためには、図2 (D) に示すようにバッフルBは用いない方が好ましい。図2 (C) の構成で外套2と鏡筒1とを接触させず、両者の間を開放してもよい。このような構成においては、レンズ群内のガスが拡散して一定時間後には酸素を所定レベル以下に減少させたガスまたは純粋窒素に置換される。置換中は数l/min程度の窒素を流し、置換後は数十cc/min程度の窒素を流すことができる。

【0028】図3は、雰囲気ガス置換の他の形態を示す。図3 (A) は、図2 (A) の構成における各配管Pに、バルブVを接続した構成である。レンズ間の空間S内の雰囲気ガスを所望の雰囲気に置換した後、各バルブVを閉じ、空間Sを封止する。バルブVを閉じることによって、レンズ間の空間Sは所望の雰囲気に置換されたまま封止される。

【0029】この構成では、ガスを封止する部材は空気の入侵に対して十分高い気密性を有することが好ましい。一旦雰囲気ガスを置換した後は毎回置換を行なう必要はない。所定時間毎に雰囲気ガスを置換すればよい。

【0030】図3 (B) は、図2 (B) の構成の配管PにバルブVを取り付けた構成を示す。図3 (A) の場合と同様、レンズ間の空間Sを所望の雰囲気に置換した後、バルブVを閉じて空間Sを封止する。

【0031】図3 (C) 、(D) は、図2 (C) 、(D) の構成の配管PにバルブVを取り付けた構成を示す。この場合も、レンズ間の空間Sを所望の雰囲気に置換した後、バルブVを閉じて空間S内の雰囲気ガスを封止する。

【0032】なお、図3 (A) ~3 (C) においては、配管にバルブを設けレンズ間の空間Sを所望の雰囲気に置換した後バルブを閉じて空間Sを封止する場合を説明したが、バルブを設ける代わりに、空間Sの雰囲気ガスを置換した後、配管の遮断、シール材による密封等で各貫通孔H自身を閉じてよい。

【0033】このような構成により、レンズ群のレンズ

間空間を非酸化性雰囲気で充填したり、非酸化性雰囲気ガスを流しつつ露光を行なうことができる。なお、縮小レンズ系に限らず、複数枚構成のレンズ群に上述の構成を適用することができる。

【0034】図4は、ステップ露光系の照明系レンズに上述の構成を適用した場合を示す。図4 (A) は、ステップ露光系のコンデンサレンズ群12のレンズ間空間に窒素ガスを充填する構成を示す。

【0035】ランプ20から発した光は、コンデンサレンズ群12を通過してレチクル13を照明する。レチクル13を透過した光は、縮小レンズ群15を通過してXYステージ17上に設置された半導体ウエハ16上のホトレジスト膜上に結像する。なお、図中18はXYステージ17を支持するベースを示し、11、14はコンデンサレンズ群および縮小レンズ群を保持するための鏡筒を示す。

【0036】コンデンサレンズ群12の各隣接レンズ対の間の空間は、窒素ガスN₂で充填される。ランプ20からの紫外線がコンデンサレンズ群12を透過しても、雰囲気ガスを窒素ガスのため各隣接レンズ対の間の空間は酸化反応を生じることなく、窒素ガスと接しているレンズ表面に酸化物が堆積することはない。

【0037】なお、この構成においては、コンデンサレンズ群12の最外側のレンズ表面には酸化物が堆積する可能性があるが、最外側のレンズ表面は外側からアクセスすることができ、堆積物が生じた時には洗浄を行なうことができる。

【0038】これに対し、レンズ間の空間に接するレンズ表面は、一旦レンズ群をアセンブリした後はアクセスすることができない。このレンズ間のレンズ表面に酸化物が堆積すると、洗浄することができないため、レンズ性能が劣化した時にはレンズの寿命となってしまう。

【0039】本構成においては、各隣接レンズ対の間の空間は窒素ガスで充填されているため、酸化物が堆積することなく、レンズ群の寿命を長くすることができる。図4 (B) は、照明系のコンデンサレンズ群の各隣接レンズ対間の空間に窒素ガスを流す構成を示す。図2に示すような構成により、コンデンサレンズ群12の内部に窒素ガスを流すことができる。

【0040】鏡筒11の周囲は外套2で囲まれており、外套2から排出する窒素ガスは、ランプ20を収容する空間内に流れ、この空間内における酸化物の堆積をも防止する。窒素ガスは給気口21から供給され、コンデンサレンズ群12内の空間を通過し、レンズ20を囲む空間を通過して排気口22から排気される。

【0041】図4 (A) 、4 (B) の構成によれば、ステップ露光系におけるコンデンサレンズ群のレンズ間空間に露出したレンズ表面を保護し、コンデンサレンズの寿命を長くすることができる。図4 (B) の構成によれば、さらに照明系全体における酸化物の堆積を低減する

ことができる。

【0042】図5は、図3の構成を投影光学系に適用した場合を示す。ステップ露光系の照明系は、レンズ20から発した光を鏡筒11で保持されたコンデンサレンズ群12を通してレチクル13に照射する。レチクル13を透過した光は、鏡筒14に保持された縮小レンズ系15を通過して半導体ウエハ16上のホトレジスト膜に結像する。

【0043】本構成においては、投影系の縮小レンズ群15の各隣接レンズ対の間の空間が窒素ガスで充填されている。窒素ガスと接するレンズ表面は、酸化物の堆積から防止され、その性能を長期間に渡って良好に保つ。

【0044】図5(A)の構成によれば、縮小レンズ系の最外側レンズ表面を酸化物の堆積から保護することができる。最外側のレンズ表面は、洗浄可能であるが酸化物が堆積しなければさらに好ましい。

【0045】図5(B)は、縮小レンズ系15の最外側レンズ表面をも保護する構成を示す。縮小レンズ系15の上流側および下流側に光路の光学的特性をほとんど変更することのない薄膜状のベリクル24、25が配置され、最外側レンズとの間の空間を封止している。本構成においては、縮小レンズ系15の最外側レンズ表面とベリクル24、25の間の空間も窒素ガスで充填される。このような構成により、縮小レンズ系15の全レンズ表面は酸化物の堆積から保護される。なおベリクル24、25は、必要に応じて交換するものとする。

【0046】図6(A)、6(B)は、投影レンズ系に図2の構成を適用した場合の形態を示す。図6(A)において、鏡筒14に保持された縮小レンズ系15の各レンズ間空間には、鏡筒14と外蓋2の間の空間を通過して供給された窒素ガスが供給される。レンズ間空間を通過した窒素ガスは、排気側配管Poutから排気される。

【0047】図6(B)は、さらにベリクル24、25を用いて縮小レンズ系15の最外側レンズ表面をも保護する形態を示す。縮小レンズ系15の最外側レンズのさらに外側に、ベリクル24、25が配置され、最外側レンズとの間に半密閉空間を形成する。

【0048】給気側配管Pinから供給された窒素ガスは、ベリクル24、25と最外側レンズとの間の空間も各レンズ間空間と同様に流れ、排気側配管Poutから排気される。この構成によれば、縮小レンズ系15の全レンズ表面が酸化物の堆積から保護される。なお、図5(B)の構成と同様、ベリクル24、25は必要に応じて交換するものとする。

【0049】縮小レンズ系は高分解能であり、空間の屈折率に乱れがあると性能が低下する。従って、図6(A)、6(B)の構成では一定量のガス(たとえば数tcc/分)を安定に流すことが好ましい。

【0050】なお、レンズを包む空間を窒素ガスで置換する場合を説明したが、窒素ガスの代わりに他の非酸化

性ガスを用いてもよい。たとえば、不活性ガスを用いることもできる。ただし、不活性ガスを用いた場合、不活性ガスの屈折率は空気の屈折率と異なるため、光学系の特性を置換ガスに合わせて調整することが必要である。

【0051】また、レンズを包む空間を減圧雰囲気とすれば、酸化物を生成させる原因である酸素自体が減少するため、酸化物の堆積も減少する。また、非酸化性雰囲気として還元性ガスを用いることもできる。還元性ガスとしては、たとえば水素ガスを用いることができる。

【0052】以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。たとえば、紫外線を用いる高性能レンズ群であれば、縮小投影露光系に限らず、本発明を適用することができる。その他、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明である。

【0053】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、紫外線を用いる露光系の寿命を長くすることができる。

【0054】また、本発明によれば、紫外線を用いる露光系の性能低下を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例によるレンズ系を示す断面図である。

【図2】本発明の実施例によるレンズ間空間の雰囲気置換を説明するための概略断面図である。

【図3】本発明の実施例によるレンズ間空間の雰囲気置換を説明するための概略断面図である。

【図4】本発明の実施例による露光光学系を示す概略断面図である。

【図5】本発明の実施例による露光光学系を示す概略断面図である。

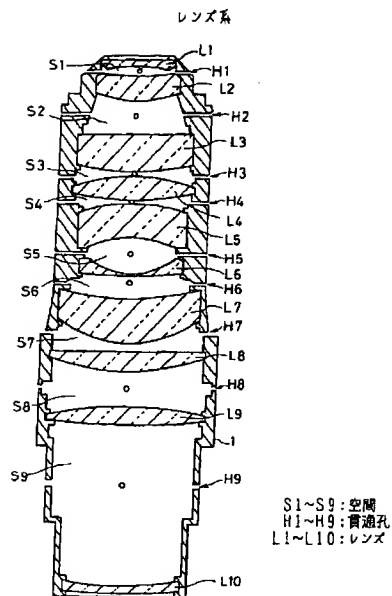
【図6】本発明の実施例による露光光学系を示す概略断面図である。

【図7】従来の技術による縮小投影露光系の光学系を概略的に示す断面図である。

【符号の説明】

- S 空間
- H 貫通孔
- L レンズ
- 1 鏡筒
- 2 外蓋
- 11 鏡筒
- 12 コンデンサレンズ
- 13 レチクル
- 14 鏡筒
- 15 縮小レンズ
- 16 ウエハ
- 20 ランプ
- 21 給気口
- 22 排気口

【図1】

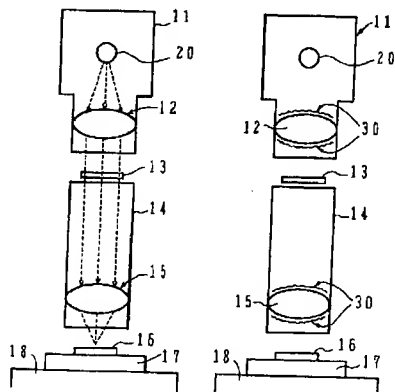


【図7】

従来技術

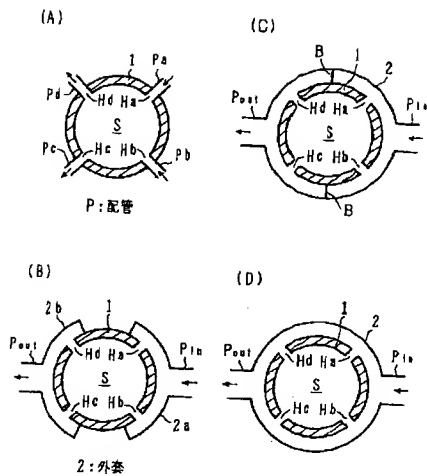
(A) 新品ステップ

(B) 長期使用済ステップ



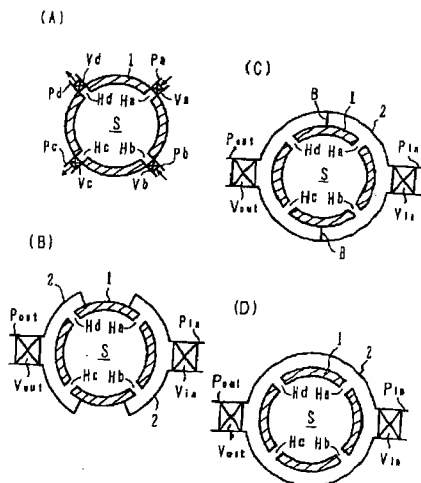
【図2】

雰囲気置換



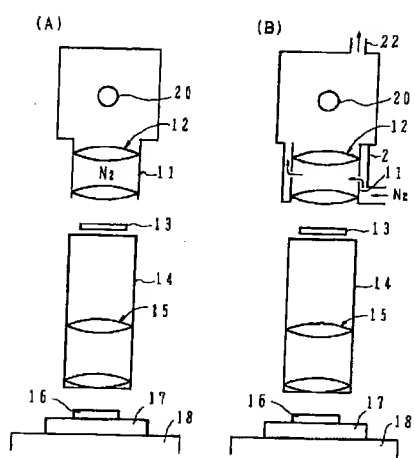
【図3】

雰囲気置換



【図 4】

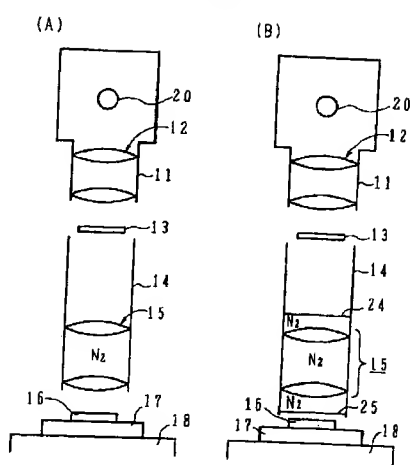
照明系



- 11: 鏡筒
- 12: コンデンサレンズ
- 13: レチクル
- 14: 鏡筒
- 15: 縮小レンズ
- 16: ウェハ
- 17: XYステージ
- 18: ベース
- 20: テンパ
- 21: 給気口
- 22: 排気口

【図 5】

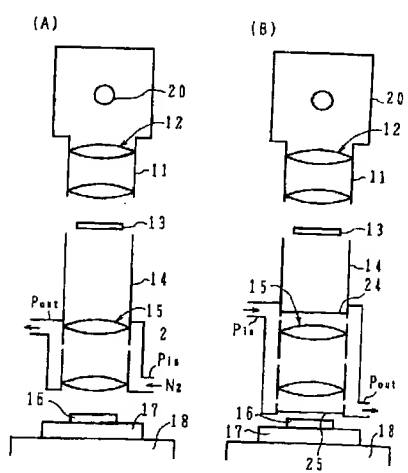
投影系



24 25: ベリクル

【図 6】

投影系



フロントページの続き

(51)Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
		7352-4M	H 0 1 L 21/30	5 1 6 F
(72)発明者 鈴木 資和			(72)発明者 林 忠博	
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地			神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地	
富士通株式会社内			富士通株式会社内	